

高校物理プリント（過去問類似）

原子・現代物理 No.8

名前

得点

/9

問1 ある金属に光を照射し、電子の最大運動エネルギーと光の振動数の関係を調べたところ、振動数が ν_0 のときに最大運動エネルギーがゼロとなった。このとき、プランク定数 h を仕事関数 W と振動数 ν_0 を用いて表すとどうなるか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. $h = W / \nu_0$ 2. $h = W \times \nu_0$ 3. $h = \nu_0 / W$ 4. $h = W - \nu_0$

問2 鉛容器から放出されたアルファ線、ベータ線、ガンマ線を、水平方向の電場中を通過させたとき、その軌道の変化に関する記述として最も適当なものを一つ選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. アルファ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ベータ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。
2. アルファ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ベータ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。
3. アルファ線とベータ線はともに電荷を持つため電場により曲がるが、ガンマ線も電磁波としての性質により電場の向きにわずかに曲がる。
4. アルファ線、ベータ線、ガンマ線はすべて放射線であるため、電場を通過してもいずれも軌道が曲がることはなく直進する。

問3 原子力発電の原理に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. ナトリウムを燃料として使用し、核分裂反応を制御することで発電を行う。
2. 軽い原子核同士が合体する核融合反応により、直接的に電気エネルギーを取り出す。
3. ウランの核分裂で生じる膨大な熱エネルギーを利用して蒸気を発生させ、タービンを回す。
4. 原子核が分裂する際に放出される電子の移動を直接電流として取り出す。

問4 偶数パリティチェックの仕組みに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. データ内の1の個数が奇数の場合にパリティビットを0にする手法である。
2. 伝送中に2ビット以上の反転が発生した場合でも、エラーを確実に検出できる。
3. 受信側で1の個数が偶数であることを確認できれば、データに誤りがないと断定できる。
4. 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。

問5 光電効果の実験において、金属板に照射する光の波長を一定に保ったまま、単位時間あたりに入射する光子の数を半分にした場合、光電管の飽和電流値はどのようになるか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 元の飽和電流値と変わらない 2. 元の飽和電流値の2倍になる 3. 元の飽和電流値の半分になる 4. 元の飽和電流値の4倍になる

問6 論理回路におけるAND回路の論理演算の定義として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. すべての入力が真である場合にのみ真を出力する 2. 少なくとも一つの入力が真である場合に真を出力する 3. 入力が異なる値である場合にのみ真を出力する 4. すべての入力が偽である場合にのみ真を出力する

問7 コンプトン散乱において、入射X線が電子と衝突する際、エネルギー保存則と運動量保存則が成り立つ。この現象の物理的背景として最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 光子は質量を持たないため、電子との衝突において運動量の受け渡しは行われない。
2. 光子は波としての性質のみを持つため、電子との衝突はエネルギーのやり取りを伴わない。
3. 電子は衝突によってエネルギーを得るが、光子の波長は衝突の角度に関わらず一定である。
4. 光子はエネルギーと運動量を持つ粒子として電子と衝突し、散乱角に応じてエネルギーを分配する。

問8 ボーアの原子模型に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 電子は遷移の際に電子の質量を変化させることでエネルギーを放出する。
2. 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。
3. 電子は定常状態にあるとき、電磁波を放射してエネルギーを失う。
4. 電子が定常状態間を遷移する際、必ず光電子が放出される。

問9 半導体ダイオードの物理的性質として、電子と正孔の挙動に関する記述として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. p型半導体中の正孔は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。
2. n型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。
3. ダイオードに順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面から離れる方向に移動する。
4. ダイオードの整流作用は、電子と正孔が接合面で結合しないことで生じる。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 $h = W / \nu_0$	光電効果の式 $K = h\nu - W$ において、最大運動エネルギー K がゼロとなる振動数 ν_0 を限界振動数と呼ぶ。 $K = 0$ を代入すると、 $0 = h\nu_0 - W$ という関係式が成り立つ。これをプランク定数 h について整理すると、 $h = W / \nu_0$ となる。この式は、グラフの切片から仕事関数を、傾きからプランク定数を求める実験的根拠となっている。
問2	答え 2 アルファ線は正の電荷を持つため電場の向きに曲がり、ベータ線は負の電荷を持つため電場の向きと逆に曲がり、ガンマ線は電荷を持たないため直進する。	放射線が電場を通過する際、電荷を持つ粒子はローレンツ力（静電気力）を受けて軌道が曲がりまゝす。アルファ線はヘリウムの原子核であり正の電荷を持つため電場の向きに、ベータ線は電子であり負の電荷を持つため電場の向きと逆方向に力を受けます。一方、ガンマ線は波長が極めて短い電磁波であり、電荷を持たないため電場による影響を受けず、軌道は曲がらずに直進します。
問3	答え 3 ウランの核分裂で生じる膨大な熱エネルギーを利用して蒸気を発生させ、タービンを回す。	原子力発電所では、ウランの核分裂反応によって発生した熱エネルギーを用いて水を加熱し、高温高圧の蒸気を作ります。この蒸気のカでタービンを回転させ、発電機を動かすことで電気を得ています。核融合は太陽などのエネルギー源ですが、地上での発電利用は研究段階です。また、ナトリウムは一部の高速増殖炉で冷却材として検討されますが、燃料そのものではありません。
問4	答え 4 5ビット全体に含まれる1の個数が常に偶数になるように制御する手法である。	偶数パリティチェックは、データに1ビットを付加して合計の1の個数を偶数に保つ手法です。1ビットの反転は検出可能ですが、2ビットの反転が発生すると1の個数の偶奇が変わらないため、エラーを検出できません。また、受信側で1の個数が偶数であっても、偶数個のビット反転が起きていればエラーを見逃す可能性があるため、誤りがないと断定はできません。
問5	答え 3 元の飽和電流値の半分になる	光電効果において、金属表面から放出される光電子の数は、入射する光子の数に比例します。光電管の飽和電流は、単位時間あたりに放出される光電子の総数によって決まるため、入射する光子の数が半分になれば、放出される光電子の数も半分となり、飽和電流値も元の値の半分となります。光の強さと光子数は比例関係にあるため、この性質は光電管の基本的な特性として重要です。
問6	答え 1 すべての入力が真である場合にのみ真を出力する	AND回路は論理積を扱う回路であり、入力されるすべての信号が真（1）であるときのみ、出力が真（1）となる。これに対し、少なくとも一つの入力が真であれば真を出力するのはOR回路の定義である。論理回路はコンピュータの演算処理の基礎となる重要な構成要素である。
問7	答え 4 光子はエネルギーと運動量を持つ粒子として電子と衝突し、散乱角に応じてエネルギーを分配する。	コンプトン散乱は、光を波としてだけでなく、エネルギーと運動量を持つ粒子（光子）として扱うことで理解できる。光子が電子に衝突する際、エネルギー保存則と運動量保存則を適用すると、散乱後の光子の波長は散乱角に依存して変化することが導かれる。この散乱角が大きいほど、電子に与えられるエネルギーが大きくなり、光子の波長変化も大きくなる。
問8	答え 2 電子が定常状態間を遷移する際、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収される。	ボーアの原子模型では、電子は特定のエネルギーを持つ定常状態では電磁波を放射せず運動を続けます。電子が異なるエネルギー準位間を遷移する際には、そのエネルギー差に等しいエネルギーを持つ光子が放出または吸収されます。このモデルは、古典物理学では説明できなかった原子の安定性とスペクトルの離散性を説明するために提唱されました。
問9	答え 2 n型半導体中の電子は、電流の向きと逆方向に移動することで電流を担う。	電流の定義は正電荷の移動する向きであり、負電荷である電子は電流の向きと逆方向に移動する。p型半導体では正孔が、n型半導体では電子が電流の担い手となる。順方向電圧をかけると、電子と正孔は接合面に向かって移動し、接合面で再結合することで電流が流れる。この一方向への流れやすさが整流作用の原理である。